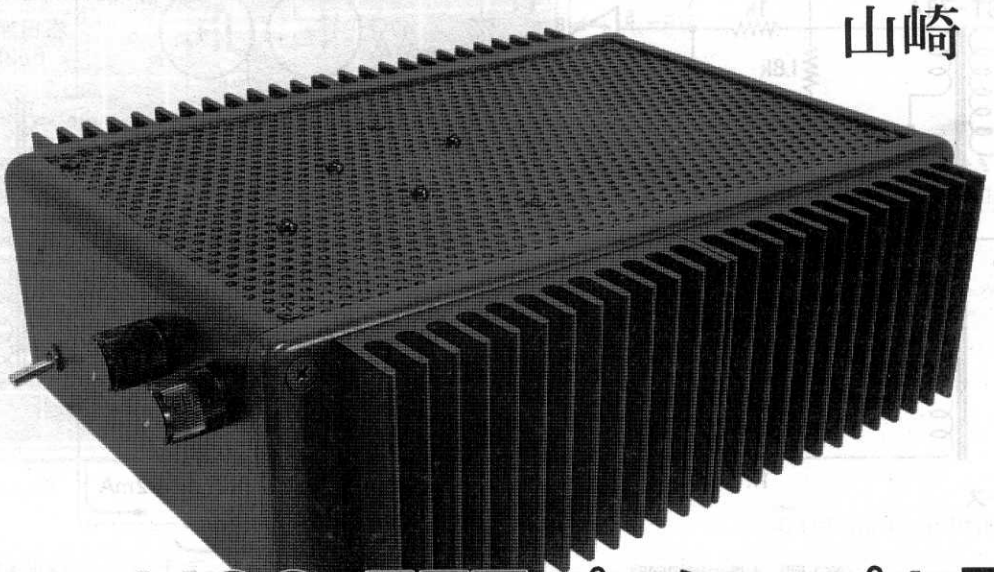
楽器・PAアンプ用として……

山崎 浩



パワーMOS-FETプッシュプル型 定電流パワー・アンプの製作

アコースティック・ギター[*1]の押し出す音色と大音量には圧倒されます．指で直接，あるいはピックで弾いた弦およびギター胴体の響きをマイクロホンで拾い，スピーカーで再生するPA方式です．楽器PA用アンプは現在も真空管式が主流です．真空管式アンプが大きく重いこと，振動に弱いこと，寿命が短いことは負担なはずですが，音色が命のギタリストにトランジスタ式の特に軽薄短小を誇るD級アンプが入り込む余地はなさそうです．音色にこだわり真空管式パワー・アンプを愛用するオーディオ・マニアと状況は似ています．

PAシステムに素人の私が意見を述べるのは畏れ多いことですが，PAシステムの過度にブーストされた低音は純オーディオと比べ歯切れが悪く締まりがないと感じます．同時に，大量の負帰還でひずみ率を下げた半導体式アンプの余裕のない低音を，PA楽器奏者は受け入れないであろうと容易に想像できます．PAシステムには近年注目される定電流アンプが適していると思います．パワーMOS-FETの出力トランス付プッシュプルによる無帰還方式PA用定電流アンプを製作しましたので報告させていただきます．

回路構成

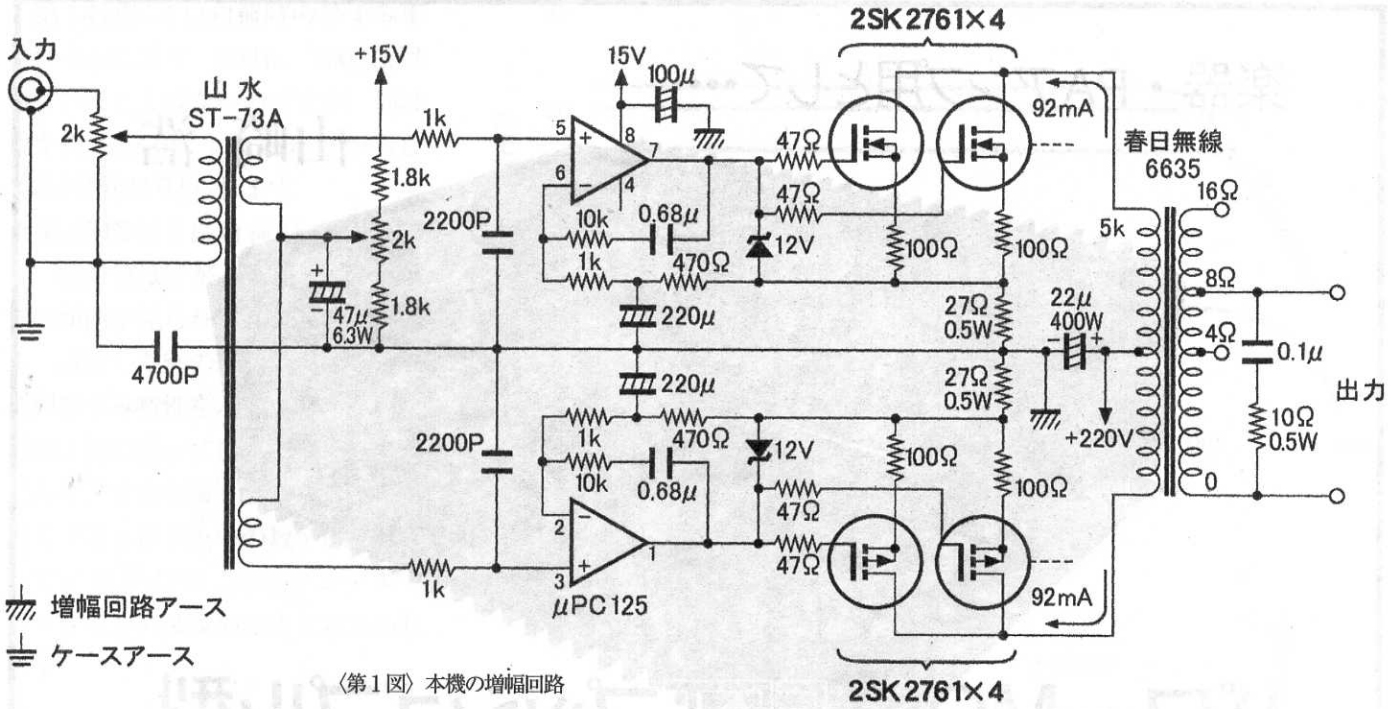
第1図に増幅部回路を示します．以下にコンセプトを箇条書きにします．

①パワーMOS-FETのプッシュプルを無帰還で使用する定電流アンプ
②ACラインとは非絶縁のライン・オペレート
③入力トランスで信号系と絶縁する
④出力トランスでスピーカと絶縁する
⑤部品点数の少ない回路で無調整

パワーMOS-FETのプッシュプルを無帰還で使用すれば定電流アンプとして十分な性能を示すことは確認済みです[*2]．PA用の本アンプは少ない部品点数で狭帯域（8Ω負荷に対し-3dBが50Hz～30kHz程度）を目指します．

電源トランスを使用しないライン・オペレートは，テレビの小形軽量化とコストダウンの手法として広く採用されてきました．移動を伴う楽器PA用アンプのライン・オペレート化は，据え置きテレビ以上にメリットが大きいと思います．入出力コネクターを頻繁に取り外すPAアンプをライン・オペレート化する際，本アンプのように入力および出力を2つのトランスでACラインから絶縁すれば周辺機器は安全です．

部品点数を少なくすることは，直



〈第1図〉本機の増幅回路

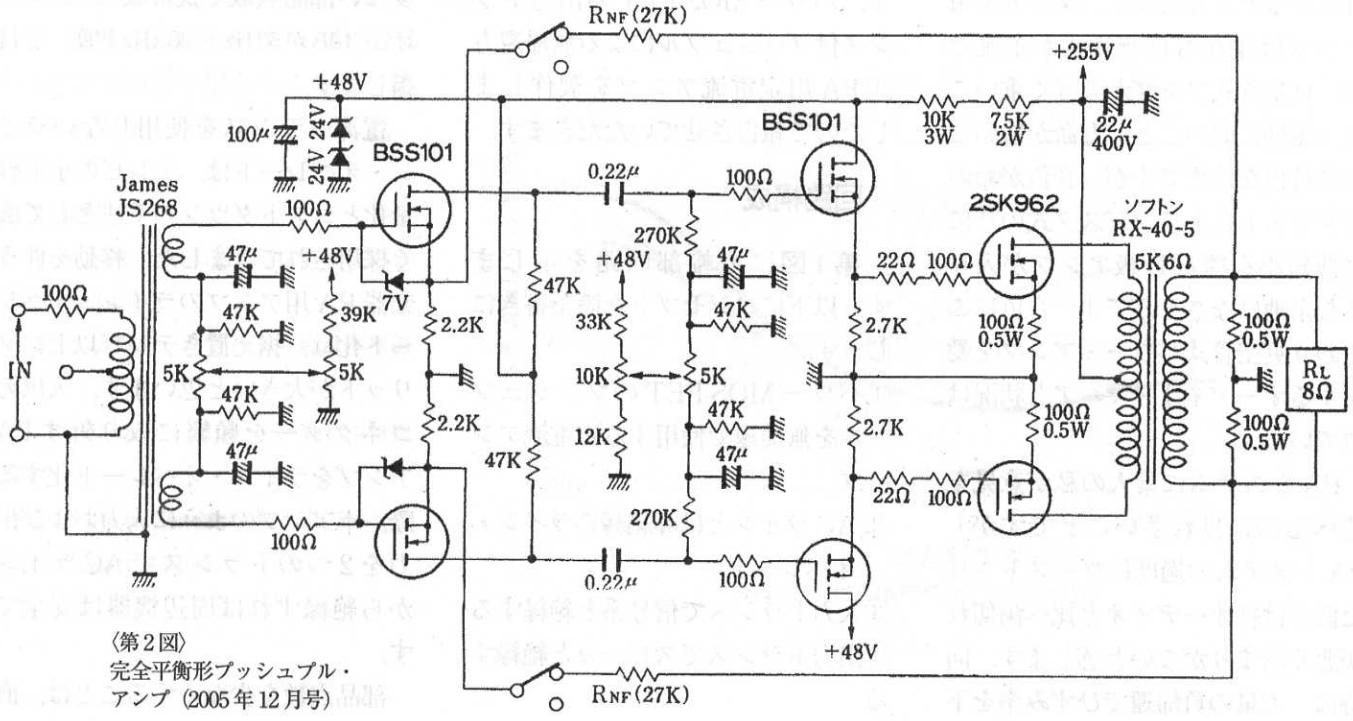
に信頼性を高くします．また，トリマーを省いて無調整化できれば，初期特性の長期間維持に有効です（信頼性を重視する産業用機器はトリマーを調整値と同じ固定抵抗で置き換えます）．

*1 ナイロン弦を張るクラシック・ギターに対し，アコースティク・ギターはスチール弦です．同じPA方式で共鳴する胴体のないエレキギターとは区別されます．朝日新聞による「習っている楽器，これから習いたい楽器」アンケートで，男性ではピアノに次いで2位がアコースティク・ギターです（女性でも49歳以下では4位）．

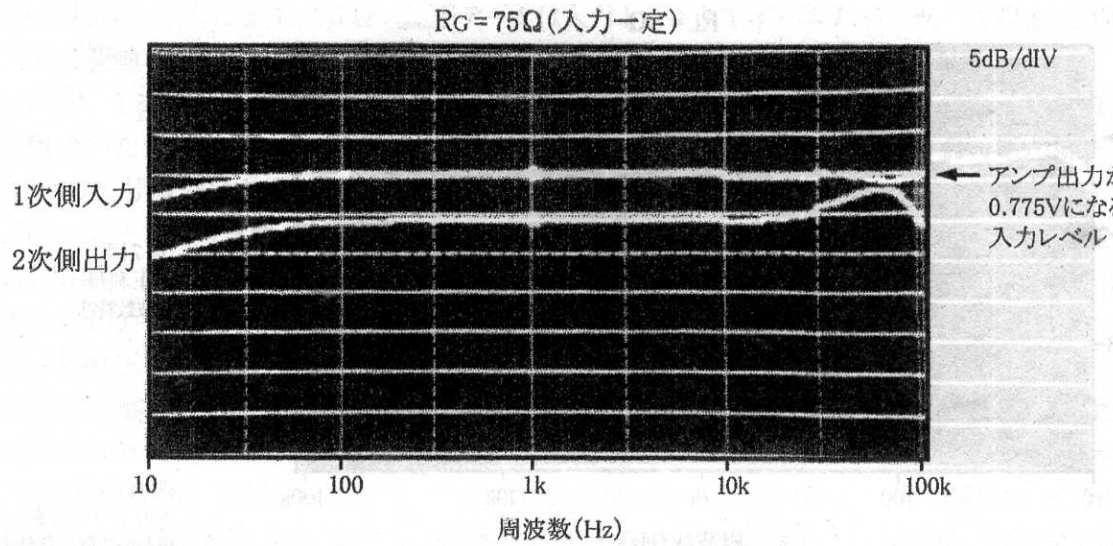
*2 武末数馬氏が製作したEL-34平衡形プッシュプル・パワー・アンプ（1983年1～4月号）を半導体素子化した完全平衡形プッシュプル（図2，2005年12月号）の無帰還時の特性．

出力段アイドリング電流の調整

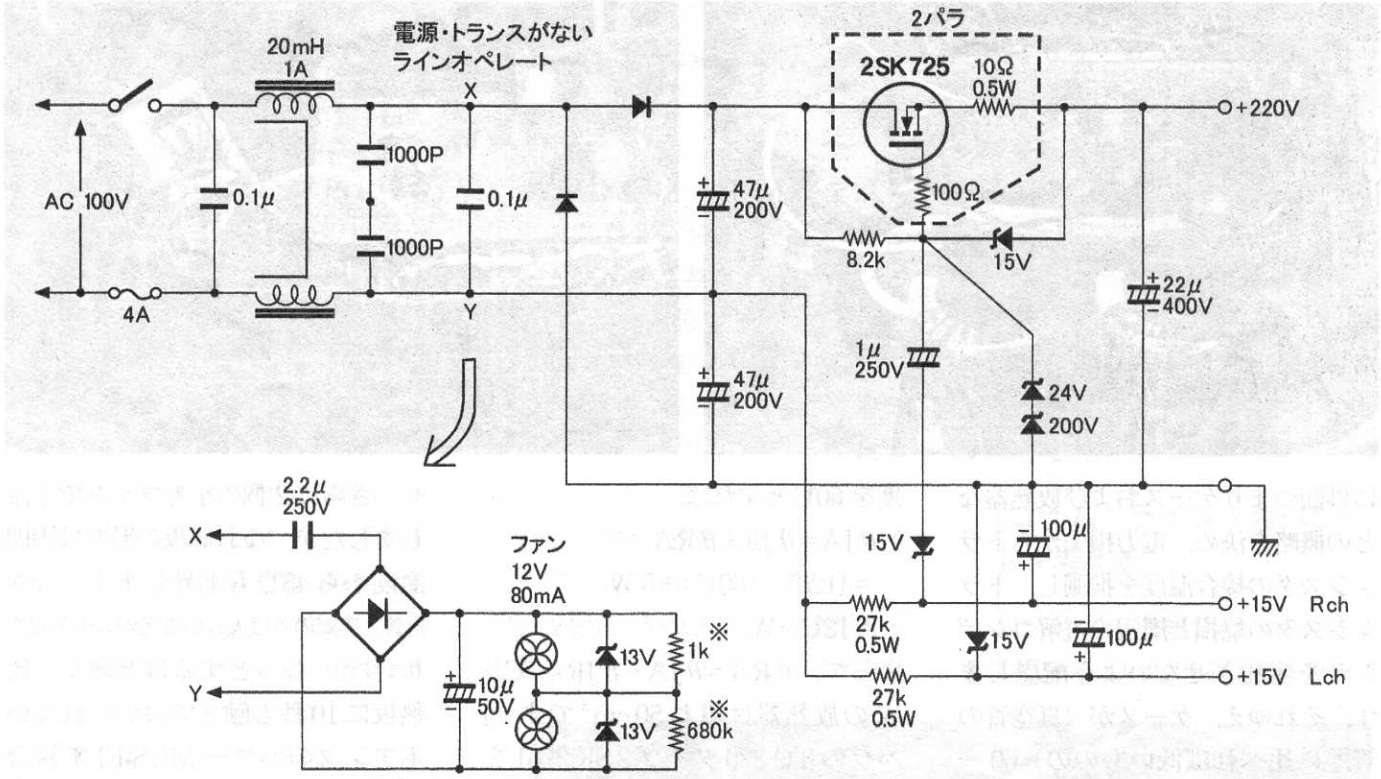
出力段は2SK2761（600 V，50 W）の4パラです．**第3図**にソース抵抗付き4パラ2SK2761の出力特性を，図4にアイドリング電流を4パラ2SK2761トータルで92 mA（1素子あたり平均23 mA），



〈第2図〉
完全平衡形プッシュプル・アンプ（2005年12月号）



〈第5図〉
入力トランス
ST 73 A の周
波数特性



※ ファンを低回転させるため微調整

〈第6図〉電源回路

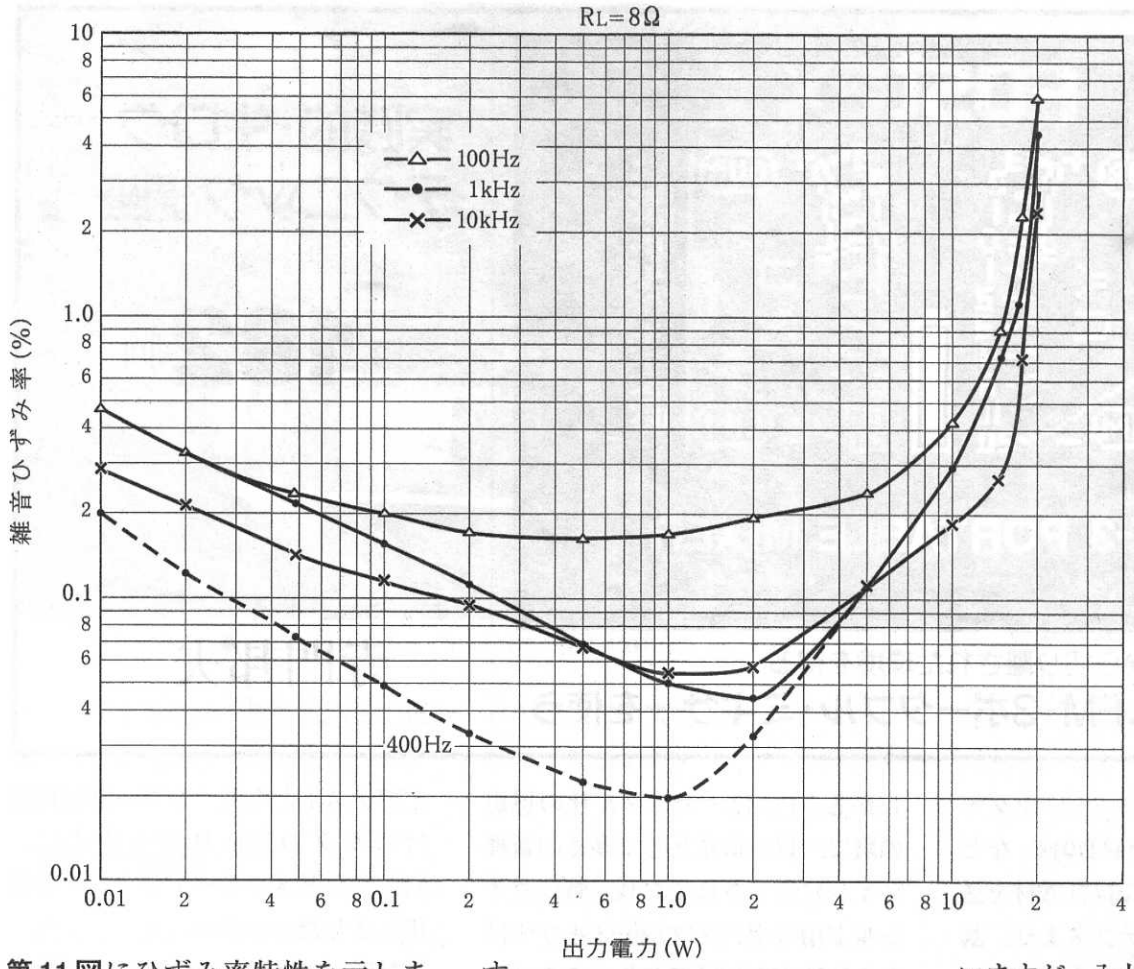
シャーシあるいはケースに漏れることを防止します．シールド板は増幅回路のアースに接続します．パワー・スイッチング回路用には，写真2の特注シールド板が外部へのノイズ放出を抑制する上で絶大な効果を発揮します．私が多くの自作半導体式パワー・アンプにシールド板を組み込んできた理由は，ストレー容量を介する漏れ電流の実測が極めて難しいからです[*3]．

スイッチング回路では配線の仕方が並列接続する素子間の電流分布に大きく影響しますが，オーディオ周波数帯域では些細なこととして無視されるようです．本アンプは各素子のソースに100Ω，ゲートには47Ωが接続されているので無造作な配線も許される状況ですが，あえて出力段パワー・モジュールと駆動回路を一体化し配線を短くしました(**写真3**)．

[*3] 私が真空管式アンプでは常識とされるシャーシと並列のバスバーへの多点アースではなく一点アースに拘ってきたことも，半導体式アンプの回路図には記されない経路を介する漏れ電流に悩まされた経験によります．

出力段の放熱設計

私がアンプを自作する場合，始め



〈第12図〉
[参考] 入力トランスJS-268による雑音ひずみ率—出力特性

第11図にひずみ率特性を示します．巻線比の違いから，裸ゲインが30.2dBと山水のST-73Aの2倍すなわち6dB大きくなっています．－3dbの帯域幅は8Hz～25.3kHzで高域が下がり始める周波数が低めです．低域15Hzにおける約3dB盛り上がりは入力にコンデンサを付加すればフラットにできると思います．

電源ハムは残っていますが，ST-73Aで問題の100Hzの歪率は1桁低くなります．1kHzは同等，10kHzは劣ります．1kHzの測定時に400Hzのフィルタを介してハムを除くとST-73Aの最適化した配置による値を上回る性能になります．トランス自体はシールドされていますが，入力周りの配線が空冷ファン（DCブラシレス形）の回転に伴う磁界変動の影響を受けました．やむを得ず，ファンを入力部から離しました．ライン・オペレートにおける，入力周りのハム対策は厄介です．

	本アンプ	パワーMOS 平衡形	SRPP 形
電圧利得(1kHz)	24.3dB	29.5dB	28.8dB
周波数帯域幅	10.3Hz～62kHz	12～45kHz	2.5Hz～31kHz
無歪最大出力	18W	10W	10W
最小歪率	0.029%	0.033%	0.08%
出力ｲﾝﾋﾟｰﾀﾞﾝｽ*9	178Ω～2kΩ	87～246Ω	15Ω～1kΩ
ピアノ	低域高域に迫力あり	同左	わずかに高域不足
ドラムセット	はぎれ良い	同左	同左
フルート	生々しく自然	同左	同左
トランペット	輝かしい	同左	同左
弦	自然	同左	同左
女性ﾎﾞｰｶﾙ	自然	同左	同左

*9 20Hz～20kHzにおける最小値と最大値

〈第1表〉試聴結果